

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

cited in the European Search
Report of EP 05721703.6
Your Ref.: NSSL-R661-EP

PUBLICATION NUMBER : 10237596
PUBLICATION DATE : 08-09-98

APPLICATION DATE : 21-02-97
APPLICATION NUMBER : 09037813

APPLICANT : KAWASAKI STEEL CORP;

INVENTOR : SATO SUSUMU;

INT.CL. : C22C 38/00 C22C 38/18

TITLE : FERRITIC STAINLESS STEEL EXCELLENT IN RUST RESISTANCE

ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To solve the problem that there is only a method of reducing the content of inclusions or the like in the steel, etc., for improving the rust resistance of a ferritic stainless steel and other required performances can not be satisfied heretofore.

SOLUTION: This ferritic stainless steel contains $\geq 11.0\text{wt.}\%$ Cr, in which inclusions inevitably included in the steel are present in the shape of composite inclusions in which two or more kinds thereof are substantially coexistent, and as for this composite inclusions, dissolving characteristic value X sown by the formula I satisfies the inequality II, and the dimensions thereof are regulate to $\leq 15\mu\text{m}$ by the average diameter equivalent to a circle: the formula I:

$$X = (4 \times [\text{CaO}] + 2 \times [\text{MgO}] + 3 \times [\text{CaS}] + 0.4 \times [\text{MnS}] / ([\text{TiO}_2] + [\text{Al}_2\text{O}_3] + [\text{SiO}_2]))$$
, where the insides of the parentheses [] denote the results of analysis (wt%) of inclusions substantially composing the composite inclusions, and the inequality II: $0.1 \leq X \leq 10$.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-237596

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月8日

(51) Int.Cl.⁸C 2 2 C 38/00
38/18

識別記号

3 0 2

F I

C 2 2 C 38/00
38/18

3 0 2 Z

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-37813

(22) 出願日 平成9年(1997) 2月21日

(71) 出願人 000001258

川崎製鉄株式会社

兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

(72) 発明者 梶原 美佐子

千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社千葉製鉄所内

(72) 発明者 加藤 康

千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社千葉製鉄所内

(72) 発明者 佐藤 進

千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社千葉製鉄所内

(74) 代理人 弁理士 杉村 暁秀 (外3名)

(54) 【発明の名称】 耐錆性に優れたフェライト系ステンレス鋼

(57) 【要約】

【課題】 フェライト系ステンレス鋼の耐錆性を改善するため、従来では、鋼中の介在物量を低減する等の方法しかなく、鋼種によっては他の要求性能を満足させることができない場合があった。

【解決手段】 Crを11.0wt%以上含有するフェライト系

$$X = (4 \times [\text{CaO}] + 2 \times [\text{MgO}] + 3 \times [\text{CaS}] + 0.4 \times [\text{MnS}]) / ([\text{TiO}_2] + [\text{Al}_2\text{O}_3] + [\text{SiO}_2]) \quad \text{----- (1)}$$

但し、[]内は複合介在物を実質的に構成する介在物

$$0.1 \leq X \leq 10$$

ステンレス鋼であって、鋼中に不可避免的に混入する介在物は、これらの2種以上が実質的に混在した複合系介在物の形で鋼中に存在し、この複合系介在物につき、次式(1)で示される溶解特性値Xが次式(2)を満たし、かつその大きさが平均円相当径で15μm以下であることを特徴とする耐錆性に優れたフェライト系ステンレス鋼。

の分析値(wt%)である。

$$\text{----- (2)}$$

【特許請求の範囲】

【請求項1】 Crを11.0wt%以上含有するフェライト系ステンレス鋼であって、鋼中に不可避免的に混入する介在物は、これらの2種以上が実質的に混在した複合系介在

$$X = (4 \times [\text{CaO}] + 2 \times [\text{MgO}] + 3 \times [\text{CaS}] + 0.4 \times [\text{MnS}]) / ([\text{TiO}_2] + [\text{Al}_2\text{O}_3] + [\text{SiO}_2]) \quad \text{----(1)}$$

但し、[]内は複合介在物を実質的に構成する介在物

$$0.1 \leq X \leq 10$$

【請求項2】 Crを11.0wt%以上含有する他、さらにV:0.03~1.00wt%、Pt:0.002~0.010wt%、及びIr:0.001~0.020wt%のうちから選んだ1種又は2種以上を含有するフェライト系ステンレス鋼であって、鋼中に不可避免的に混入する介在物は、これらの2種以上が実質的に混

$$X = (4 \times [\text{CaO}] + 2 \times [\text{MgO}] + 3 \times [\text{CaS}] + 0.4 \times [\text{MnS}]) / ([\text{TiO}_2] + [\text{Al}_2\text{O}_3] + [\text{SiO}_2]) \quad \text{----(1)}$$

但し、[]内は複合介在物を実質的に構成する介在物

$$0.1 \leq X \leq 10$$

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、耐錆性に優れたフェライト系ステンレス鋼に関するものであり、例えば、レンジフードやシンク等の厨房器具、屋内外に使用される建築部材、及び自動車の装飾部品などの用途において、特に厳しい美観特性が要求される場合の使用に適したフェライト系ステンレス鋼に関するものである。

【0002】

【従来の技術】フェライト系ステンレス鋼は、現在、レンジフードやシンク等の厨房器具、屋内外に使用される建築部材、及び自動車の装飾部品など種々の分野で使用されており、このように多岐にわたる用途に対応させるべく、使用部位やニーズ等に応じて個々に成分設計を行っているのが現状であり、その鋼種も実に多様化している。

【0003】このように組成や成分量の異なる種々のステンレス鋼を製造するには、製造条件等を各ステンレス鋼ごとに対応させて設定変更する必要がある、各ステンレス鋼の品質管理は極めて煩雑化する傾向にある。

【0004】ところで、フェライト系ステンレス鋼は、オーステナイト系ステンレス鋼に比べて、応力腐食割れが起きにくい等の優れた特性を有するものの、Clイオンが存在したり、酸素供給の少ないすきま構造に使われたりすると孔食が起きやすく、耐錆性に劣るという欠点を有することで知られているが、最近では、フェライト系ステンレス鋼においても、厳しい美観特性を必要とする用途に使用されるケースが増えつつあり、用途によっては、わずかな発錆でさえ問題とする場合も少なくない。

【0005】そのため、フェライト系ステンレス鋼の耐錆性を改善するための検討が広く行われており、例えば、特開昭59-166655号公報がある。

【0006】この公報によれば、ステンレス鋼中のS、O、

物の形で鋼中に存在し、この複合系介在物につき、次式(1)で示される溶解特性値Xが次式(2)を満たし、かつその大きさが平均円相当径で15 μm 以下であることを特徴とする耐錆性に優れたフェライト系ステンレス鋼。

の分析値(wt%)である。

$$\text{----(2)}$$

在した複合系介在物の形で鋼中に存在し、この複合系介在物につき、次式(1)で示される溶解特性値Xが、次式(2)を満たし、かつその大きさが平均円相当径で15 μm 以下であることを特徴とする耐錆性に優れたフェライト系ステンレス鋼。

の分析値(wt%)である。

$$\text{----(2)}$$

P等の含有量を低減するとともに、鋼中に不可避免的に混入する硫化物系及び酸化物系介在物を極力低減することによって耐錆性を改善できる旨の記載がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この公報に記載の方法は、ステンレス鋼中のS、O、P等の含有量を低減することが必要不可欠であるため、全ての鋼種に対して適用することはできず、鋼種によっては適用できない場合があった。

【0008】すなわち、耐錆性以外の他の要求性能を満足させるために上記成分の含有量を制限できない場合があり、また、製造工程上、鋼中に不可避免的に混入するため上記成分の含有量を所望量まで低減できない場合もあり、上記成分の含有量を制限する方法には限界があった。

【0009】また、耐錆性を改善するための他の手段としては、脱酸や脱硫等によって鋼中に不可避免的に混入するCaO、Al₂O₃、SiO₂、MnOなどの各介在物の量を制限する方法が知られている。

【0010】しかしながら、各介在物量の制限にも製造上限界があり、加えて、各介在物の量を制限しても、鋼種によっては耐錆性を十分に改善できない場合があった。この点に関しては、ある条件の場合に特に耐錆性が劣化しやすいということは周知事実として知られていたものの、その原因については十分に明確にした文献等は現在までのところ見当たらない。

【0011】そのため、発明者らは、最近の各種表面分析装置を駆使してフェライト系ステンレス鋼で生じがちな発錆について徹底的な解析を行った結果、脱酸や脱硫等によって鋼中に不可避免的に混入する介在物は、個々の介在物が独立して鋼中に存在しているのではなく、実際には、混在した複合系介在物の形で鋼中に存在しており、鋼表面での発錆が、この複合系介在物の複雑な構造

に起因して生じることを見出した。

【0012】そして、発明者らがさらに鋭意検討を行った結果、発錆は、鋼中に不可避免的に混入する複合系介在物の大きさ及びそれを実質的に構成する介在物の溶解特性に大きく左右されること、及びこれらを制御すれば耐錆性を効果的に向上できることを見出したのである。

【0013】この発明の目的は、複合系介在物の大きさ及びそれを実質的に構成する介在物の溶解特性を考慮して、発明者らが独自に定義した溶解特性値Xの適正化を図ることにより、他の要求性能を犠牲にすることなく、優れた耐錆性を有するフェライト系ステンレス鋼を提供しようとするものである。

【0014】

【課題を解決するための手段】この発明は、従来技術では十分に解決しえなかったフェライト系ステンレス鋼の耐錆性を効果的に向上させるため、発錆の起点及び進展のメカニズムについて、特に電子線マイクロアナライザー（EPMA）、電界放射型オージェ電子分光装置（FE-AES）、及び高倍率観察が可能な走査型電子顕微鏡（SEM）などの最新の各種物理分析装置を駆使して、鋼表面における介在物の存在状態等を徹底的に解析するとともに、複合系介在物やこれを実質的に構成する

$$X = (4 \times [\text{CaO}] + 2 \times [\text{MgO}] + 3 \times [\text{CaS}] + 0.4 \times [\text{MnS}]) / ([\text{TiO}_2] + [\text{Al}_2\text{O}_3] + [\text{SiO}_2]) \quad \text{-----}(1)$$

但し、[]内は複合系介在物を実質的に構成する介在物
 $0.1 \leq X \leq 10$

【0017】また、この発明のフェライト系ステンレス鋼は、Crを11.0wt%以上含有する他、さらにV:0.03~1.00wt%、P:0.002~0.010wt%、及びIr:0.001~0.020wt%のうちから選んだ1種又は2種以上を含有することがより好ましい。

【0018】

【発明の実施の形態】発明者らは、耐錆性向上のため種々の検討を行った結果、含クロム溶鋼中の脱炭、脱酸、脱硫精錬において、鋼中に不可避免的に混入する介在物が、実質的には7種類の介在物CaO、MgO、TiO₂、Al₂O₃、SiO₂、CaS、MnSであることを電解法、ハロゲン法による化学分析によって確認し、これらの介在物が混在した複合系介在物の形で鋼中に存在し、この複合系介在物自体又はその周辺が発錆の起点となっていることを電界放射型オージェ電子分光装置等の表面分析装置による解析結果か

各介在物とほぼ同様な組成の焼結体を作製し、この焼結体の溶解特性を調査することによって完成に至ったものである。

【0015】すなわち、これらの解析と調査等によって、発錆の起点となるのが複合系介在物であり、そして、複合系介在物を構成する介在物のうち、溶解特性の異なる介在物同士が濃淡電池を形成して、すき間腐食を生じ、発錆が進行するという、これまで全く明らかにされていなかった耐錆性劣化機構を明らかにするとともに、複合系介在物の大きさ、及びそれを実質的に構成する介在物の溶解特性を考慮して発明者らが独自に定義した溶解特性値Xの適正化を図ることによって耐錆性が効果的に改善されることを見出し、この発明を完成するに至ったのである。

【0016】この発明は、具体的には、Crを11.0wt%以上含有するフェライト系ステンレス鋼であって、鋼中に不可避免的に混入する介在物は、これらの2種以上が実質的に混在した複合系介在物の形で鋼中に存在し、この複合系介在物につき、次式(1)で示される溶解特性値Xが次式(2)を満たし、かつその大きさが平均円相当径で15μm以下であることを特徴とする耐錆性に優れたフェライト系ステンレス鋼である。

の分析値(wt%)である。

----- (2)

ら明らかになった。

【0019】以下に、この発明における発明特定事項の限定理由について説明する。

(1) $0.1 \leq X \leq 10$

発明者らは、発錆が複合系介在物を起点として生じやすい理由が、複合系介在物を実質的に構成する前記介在物CaO、MgO、TiO₂、Al₂O₃、SiO₂、CaS、MnSの溶解特性の相違にあると考えた。

【0020】そこでまず、各介在物とほぼ同じ組成の焼結体を作製し、各焼結体について、50℃の5%NaCl溶液中における溶解特性を測定した。その測定結果を表1の上欄に示す。

【0021】

【表1】

単独介在物及び複合系介在物の溶解特性
 (5%NaCl、35℃溶液中に24hr浸漬)

| | |
|--------------|--|
| 単独介在物の溶解量 | Al ₂ O ₃ ≒ TiO ₂ ≒ SiO ₂ << MgO < MnS < CaO < CaS |
| 複合系介在物の溶解量の比 | (CaO/M) : (MgO/M) : (CaS/M) : (MnS/M) = 4.0 : 2.0 : 3.0 : 0.4 但し、M = (TiO ₂ + Al ₂ O ₃ + SiO ₂) |

【0022】表1に示すように、単独の介在物で溶解量を比較すると、Al₂O₃、TiO₂、SiO₂の溶解量は、いずれも

同等程度でかつMgO、MnS、CaO、CaSに比べるとかなり微量であることが分かった。

【0023】この結果から、発明者らは、発錆が、溶出しにくい介在物 TiO_2 、 Al_2O_3 、 SiO_2 と、溶解しやすい介在物CaO、MgO、CaS、MnSとが複合系介在物内で近接して位置することにより、これらの間で濃淡電池を形成し、溶出しやすい介在物CaO、MgO、CaS、MnSがアノードとなって溶出する結果、すき間腐食が生じることによって発生するものと考えた。

【0024】そこで次に、溶出しにくい3種類の介在物 TiO_2 、 Al_2O_3 、 SiO_2 をベースとし、これらに、溶出しやすい介在物CaO、MgO、CaS、MnSのうちの1種を加えた複合系介在物を想定した計4個の焼結体を作製し、各焼結体の前記塩水に対する溶解量を測定した。この測定した各介在物の溶解量を比で表したものを表1の下欄に示す。

【0025】発明者らは、溶出しにくい介在物 TiO_2 、 Al_2O_3 、 SiO_2 の各鋼中含有量の総和を分母とし、溶出しやすい介在物CaO、MgO、CaS、MnSの鋼中含有量に、それぞれ表1下欄に示す溶解量の比の値を係数として乗じたものの総和を分子とする溶解特性値Xなる式を独自に定義した。そして、発明者らは、この特性値Xが耐錆性と関係があると考えた。

【0026】図1は鋼種の異なる13種類のフェライト系ステンレス鋼の溶解特性値Xを算出し、溶解特性値Xと耐錆性との相関関係を調べた結果を示したものである。図1の結果から、溶解特性値Xが0.1～10の範囲内にある全てのフェライト系ステンレス鋼は、いずれも耐錆性がS.A.R.N.評価で6以上と優れていることが分かった。以上のことから、この発明では溶解特性値Xを0.1～10の範囲内とした。

【0027】尚、溶解特性値Xが10を超えているフェライト系ステンレス鋼について、その表面に存在する析出物を電界放射型オージェ電子分光装置で解析したところ、この析出物が、溶出しにくい TiO_2 、 Al_2O_3 、 SiO_2 が溶出しやすいCaO、MgO、CaS、MnSと同一の介在物に混在して存在することが確認できた。

【0028】また、溶解特性値Xが10を超えたフェライト系ステンレス鋼の場合には、複合系介在物自体又はその周辺ですき間腐食が生じる様子が走査型電子顕微鏡による観察から確認できた。

【0029】さらに、溶解特性値Xが0.1未満の場合、即ち、 TiO_2 、 Al_2O_3 、 SiO_2 がCaO、MgO、CaS、MnSに比較して多い場合は、 TiO_2 、 Al_2O_3 、 SiO_2 は大きな介在物である場合が多く、それ自身は溶解性が低いものの、大きい介在物が表面欠陥を招くことでこれが耐食性劣化となる。

【0030】尚、この発明は、鋼中の介在物の量を積極的に増やすことは意図してなく、あくまでも鋼中に不可避免的に混入する量の介在物を制御することを前提としているため、溶解特性値Xが0.1～10の範囲内であっても、各介在物の量が過度に多すぎる場合には、耐錆性を効果的に向上させることはできない。

【0031】そのため、各介在物量は、以下に示す上限

値を超えないことが最低限必要である。

CaO:0.03 wt%以下、MgO:0.01 wt%以下、CaS:0.01 wt%以下、MnS:0.01 wt%以下、 TiO_2 :0.08 wt%以下、 Al_2O_3 :0.08 wt%以下、 SiO_2 :0.08 wt%以下

尚、MgOは、取鍋耐火物レンガによって鋼中に不可避免的に混入したものである。

【0032】また、溶解特性値Xを0.1～10の範囲内に制御する方法としては、取鍋耐火物組成の適正化及び二次精錬時のフラックスの組成の適正化等が考えられる。

【0033】(2) 複合系介在物の大きさが平均円相当径で15 μ m以下

上述したように溶解特性値Xを0.1～10の範囲内に限定することによって、耐錆性は向上するが、この発明では、前記限定だけでは十分ではない。すなわち、複合系介在物自体又はその周辺ですき間腐食が生じる様子を走査型電子顕微鏡を用いて観察及び統計処理した結果、溶解特性値Xを0.1～10の範囲内にあるフェライト系ステンレス鋼であっても、複合系介在物の大きさが平均円相当径で15 μ mを超える場合には、発錆が生じやすいことが分かった。

【0034】この理由は、複合系介在物を構成する介在物のうち、CaO、MgO、CaS、MnSなどの溶出しやすい介在物がアノードとなるが、複合系介在物の大きさが平均円相当径で15 μ mを超える場合には、このアノード面積が、 TiO_2 、 Al_2O_3 、 SiO_2 などの溶出しにくい介在物の面積に対しては小さくても、複合系介在物周辺の母材面積に対して、発錆へと進展する影響力を持つ大きさのアノード溶解を起こすことになり、この結果、発錆へと進展するものと考えられる。

【0035】一方、複合系介在物の大きさが平均円相当径で15 μ m以下の場合には、アノード面積が、 TiO_2 、 Al_2O_3 、 SiO_2 などの溶出しにくい介在物の面積に対して小さく、しかも、複合系介在物周辺の母材面積に対しても小さいことから、発錆へと進展する影響力を持つ大きさのアノード溶解は生じず、この結果、発錆へとは進展しないものと考えられる。従って、この発明では、複合系介在物の大きさを平均円相当径で15 μ m以下とした。

【0036】尚、複合系介在物の大きさを平均円相当径で15 μ m以下とするための方法としては、二次精錬における取鍋での攪拌条件として攪拌方法、速度の適正化等が考えられる。

【0037】(3) この発明は、溶解特性値Xを0.1～10の範囲内とし、かつ複合系介在物の大きさを平均円相当径で15 μ m以下とすることを特徴とし、かかる特徴を満足すれば、フェライト系ステンレス鋼に属するあらゆる鋼種において、他の要求性能を犠牲にすることなく、耐錆性を効果的に向上させることができるため、鋼成分について特に限定する必要はないが、上記特徴をもつ複合系介在物を得るための有効な手段としては、精錬時にV、Pt、Irを添加することである。

【0038】(a) V:0.03～1.00wt%

0.03～1.00% Vを添加したフェライト系ステンレス鋼と、V無添加のフェライト系ステンレス鋼について、3.5% NaCl（塩水噴霧試験）条件で腐食試験を行い、腐食試験後の各鋼の表面状態を走査型電子顕微鏡で観察したところ、V添加鋼は、V無添加鋼に比べて耐錆性が優れており、Vは、複合系介在物周辺で進行するすき間腐食の進行を遅らせる作用があることが判明した。

【0039】尚、V添加量は、0.03wt%未満では前記作用が顕著でなくなり、また、1.00wt%を超える添加は、前記作用が飽和するためコスト高となるため好ましくない。従って、Vの添加量は0.03～1.00wt%とした。

【0040】(b) Pt:0.002～0.010wt%、Ir:0.001～0.020wt%

PtとIrをそれぞれ添加したフェライト系ステンレス鋼の表面観察及び複合系介在物の組成分析を電子線マイクロアナライザーで行ったところ、鋼表面には、円相当径で10 μ mを超える大きさの複合系介在物は存在せず、また、溶解特性値Xが8を超える複合系介在物も存在しないことが判明した。

【0041】そして、PtとIrをそれぞれ添加したフェライト系ステンレス鋼と、これらを添加しないフェライト系ステンレス鋼とについて、前述した腐食試験を行い、腐食試験後の各鋼の表面状態を走査型電子顕微鏡で観察したところ、Pt又はIr添加鋼は、無添加鋼に比べて耐錆性が優れており、PtとIrは、ともに耐錆性をより一層向上させる作用があることが判明した。

【0042】尚、Pt添加量は、0.002wt%未満では前記作用が顕著ではなくなり、0.010wt%を超える添加は、前記作用が飽和するためコスト高となるため好ましくなく、また、Ir添加量は、0.001wt%未満では前記作用が顕著ではなくなり、0.020wt%を超える添加は、前記作用が飽和するためコスト高となるため好ましくない。従って、Pt

の添加量は0.002～0.010wt%とし、Irの添加量は0.001～0.020wt%とした。

【0043】この発明に従うフェライト系ステンレス鋼の製造にあたっては、特に複雑な装置等は必要とせず、また、各鋼ごとに製造条件を厳密に設定変更することも要しない。また、製造工程は工場によってかなり異なるが、従来の真空溶解炉、又は真空脱ガス装置において、各工場の通常の操業条件で含クロム溶鋼中の脱炭、脱酸、脱硫精錬を行うことができる。さらに、脱酸剤としては、Si, Al, Mn, Tiなどが適宜単独或いは組み合わせて使用される。

【0044】加えて、CaO, CaF₂などの添加によりスラグ塩基度を調節する。但し、特に、還元・仕上げ精錬期に成分微調整を行う場合が一般的であるが、ここでのSの成分調整は、成分のみならず、複合系介在物の構造も変化させる場合があり、この発明にとって重要な複合系介在物の構造が変化するのは好ましくないことから、ここでのSの成分調整は行わないほうが好ましい。

【0045】以上、上述したところは、この発明の実施の形態の一例を示したにすぎず、請求の範囲において、種々の変更を加えることができる。

【0046】

【実施例】以下に、この発明に従うフェライト系ステンレス鋼を製造し、加工性と耐錆性の評価を行ったので以下に説明する。真空脱炭炉にて、表2に示す成分組成からなるフェライト系ステンレス鋼の溶製を行った。塩基度調整はCaO, CaF₂を添加することによって行い、脱酸剤は表3に示すものを使用した。通常の工程にて1mmtまで冷間圧延した後、仕上げ焼鈍を行った。この仕上げ焼鈍板を用いて、加工性試験及び各種耐錆性試験を行い、併せて、孔食電位についても測定した。

【0047】

【表2】

| 鋼 No | 成 分 組 成 (wt%) | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---------------|------|------|-------|-------|------|-------|-------|-----|------|------|------|------|------|-------|-------|
| | C | Si | Mn | P | S | Cr | N | Al | Mo | Cu | Ni | Ti | Nb | V | Pt | Ir |
| 1 | 0.080 | 0.32 | 0.32 | 0.030 | 0.006 | 18.2 | 0.040 | 0.020 | — | — | 0.30 | 0.1 | — | — | — | — |
| 2 | 0.050 | 0.30 | 0.30 | 0.020 | 0.009 | 18.2 | 0.030 | 0.030 | — | — | — | — | — | 0.10 | — | — |
| 3 | 0.060 | 0.40 | 0.40 | 0.040 | 0.005 | 16.2 | 0.040 | 0.040 | — | — | — | — | — | 0.05 | 0.003 | — |
| 4 | 0.004 | 0.10 | 0.30 | 0.030 | 0.009 | 18.2 | 0.005 | 0.010 | 1.8 | 0.30 | — | — | 0.30 | — | — | — |
| 5 | 0.004 | 0.25 | 0.30 | 0.030 | 0.005 | 18.2 | 0.005 | 0.020 | 1.8 | — | — | — | 0.30 | 0.40 | 0.004 | — |
| 6 | 0.004 | 0.30 | 0.15 | 0.030 | 0.007 | 18.2 | 0.005 | 0.080 | 1.7 | — | — | — | 0.30 | 0.60 | 0.003 | 0.002 |
| 7 | 0.002 | 0.20 | 0.10 | 0.018 | 0.005 | 30.0 | 0.008 | 0.100 | 1.9 | — | 0.3 | — | 0.15 | — | — | — |
| 8 | 0.003 | 0.18 | 0.12 | 0.015 | 0.005 | 30.0 | 0.008 | 0.100 | 1.9 | — | 0.3 | — | 0.15 | 0.70 | 0.002 | — |
| 9 | 0.004 | 0.22 | 0.15 | 0.020 | 0.004 | 30.0 | 0.008 | 0.100 | 1.9 | — | 0.3 | — | 0.15 | — | 0.003 | 0.001 |
| 10 | 0.010 | 0.50 | 0.50 | 0.025 | 0.005 | 11.2 | 0.008 | 0.030 | — | — | — | 0.25 | — | 0.05 | 0.005 | 0.005 |
| 11 | 0.008 | 0.40 | 0.50 | 0.025 | 0.003 | 11.3 | 0.008 | 0.029 | — | — | — | 0.25 | — | — | 0.006 | — |
| 12 | 0.007 | 0.48 | 0.49 | 0.028 | 0.004 | 11.2 | 0.008 | 0.027 | — | — | — | 0.25 | — | — | — | 0.010 |
| 13 | 0.010 | 0.51 | 0.51 | 0.028 | 0.005 | 11.4 | 0.008 | 0.030 | — | — | — | 0.25 | — | 0.12 | — | 0.010 |
| 14 | 0.050 | 0.30 | 0.31 | 0.020 | 0.007 | 16.2 | 0.040 | 0.020 | — | — | 0.3 | — | — | — | — | — |
| 15 | 0.060 | 0.35 | 0.30 | 0.030 | 0.008 | 16.2 | 0.030 | 0.030 | — | — | — | — | — | 0.20 | — | — |
| 16 | 0.004 | 0.25 | 0.15 | 0.030 | 0.009 | 18.2 | 0.005 | 0.020 | 1.8 | 0.30 | — | — | 0.3 | — | — | — |
| 17 | 0.004 | 0.25 | 0.30 | 0.030 | 0.006 | 18.2 | 0.005 | 0.050 | 1.8 | — | — | — | 0.3 | 0.05 | 0.002 | — |
| 18 | 0.004 | 0.30 | 0.30 | 0.030 | 0.007 | 18.2 | 0.005 | 0.040 | 1.7 | — | — | — | 0.3 | 0.08 | 0.005 | 0.005 |
| 19 | 0.008 | 0.42 | 0.50 | 0.025 | 0.005 | 11.2 | 0.008 | 0.020 | — | — | — | 0.25 | — | — | — | — |
| 20 | 0.008 | 0.48 | 0.50 | 0.025 | 0.004 | 11.2 | 0.008 | 0.030 | — | — | — | 0.25 | — | 2.30 | — | — |
| 21 | 0.008 | 0.50 | 0.50 | 0.024 | 0.004 | 11.3 | 0.008 | 0.020 | — | — | — | 0.25 | — | — | 0.001 | — |

【0048】

【表3】

| No | 脱酸剤 | 介在物組成(ppm) | | | | | | | 複合系介在物 | | 90° 曲げ 試験 | 複合 サイクル 腐食試験 (S.A.R.N) | 大気暴露 試験 (S.A.R.N) | 五食 塩位 (m/c E) | 備 考 |
|----|-------|------------|-----|-----|-----|------------------|--------------------------------|------------------|--------|----------|-----------------|---------------------------------|-------------------------|---------------------|------|
| | | CaO | MgO | CaS | MnS | TiO ₂ | Al ₂ O ₃ | SiO ₂ | X値 | 平均粒径(μm) | | | | | |
| 1 | Fe-Si | 20 | 18 | 15 | 17 | 3 | 18 | 48 | 2.4 | 13 | ○ | 6 | 6 | 200 | 適合例1 |
| 2 | Fe-Si | 23 | 15 | 20 | 20 | — | 10 | 54 | 3.0 | 8 | ○ | 6 | 7 | 210 | " 2 |
| 3 | Fe-Ti | 17 | 12 | 12 | 15 | 30 | 18 | 28 | 1.8 | 5 | ○ | 6 | 7 | 220 | " 3 |
| 4 | Al | 37 | 25 | 48 | 45 | — | 30 | 11 | 8.8 | 12 | ○ | 7 | 8 | 310 | " 4 |
| 5 | Al | 22 | 13 | 42 | 37 | — | 28 | 18 | 5.8 | 10 | ○ | 8 | 8 | 320 | " 5 |
| 6 | Al | 42 | 25 | 51 | 48 | — | 45 | 20 | 6.0 | 6 | ○ | 8 | 8 | 330 | " 6 |
| 7 | Al | 10 | 8 | 15 | 30 | — | 82 | 38 | 0.9 | 14 | ○ | 9 | 9 | 600 | " 7 |
| 8 | Al | 7 | 8 | 8 | 41 | — | 41 | 30 | 1.2 | 7 | ○ | 9 | 9 | 620 | " 8 |
| 9 | Al | 8 | 13 | 11 | 32 | — | 45 | 21 | 1.6 | 10 | ○ | 9 | 9 | 630 | " 9 |
| 10 | Al | 43 | 22 | 51 | 61 | 44 | 10 | 23 | 5.1 | 5 | ○ | 7 | 8 | 305 | " 10 |
| 11 | Al | 23 | 10 | 10 | 18 | 28 | 15 | 27 | 2.1 | 9 | ○ | 7 | 7 | 105 | " 11 |
| 12 | Al | 30 | 20 | 40 | 50 | 30 | 20 | 10 | 5.0 | 8 | ○ | 7 | 7 | 90 | " 12 |
| 13 | Al | 15 | 32 | 17 | 8 | 10 | 40 | 10 | 3.0 | 10 | ○ | 7 | 7 | 88 | " 13 |
| 14 | Fe-Si | 16 | 15 | 118 | 46 | — | 8 | 15 | 20.3 | 13 | ○ | 4 | 4 | 100 | 比較例1 |
| 15 | Fe-Ti | 59 | 62 | 85 | 68 | 17 | 10 | 12 | 16.5 | 15 | ○ | 4 | 4 | 100 | " 2 |
| 16 | Al | 6 | 8 | 7 | 10 | — | 813 | 131 | 0.1 | 32 | × | 5 | 5 | 120 | " 3 |
| 17 | Al | 172 | 56 | 145 | 72 | — | 43 | 13 | 23.0 | 19 | ○ | 5 | 5 | 130 | " 4 |
| 18 | Al | 51 | 87 | 120 | 53 | — | 25 | 28 | 14.0 | 20 | ○ | 5 | 5 | 126 | " 5 |
| 19 | Al | 37 | 25 | 48 | 50 | — | 30 | 20 | 7.2 | 48 | ○ | 3 | 4 | — 54 | " 6 |
| 20 | Al | 40 | 25 | 50 | 45 | — | 20 | 10 | 12.6 | 12 | ○ | 2 | 4 | — 30 | " 7 |
| 21 | Al | 30 | 20 | 40 | 40 | — | 10 | 10 | 14.8 | 19 | ○ | 3 | 4 | — 82 | " 8 |

【0049】加工性試験は、90°曲げ試験を行った後のサンプルの割れ発生の有無を調べた。

【0050】耐錆性試験は、複合サイクル腐食試験と大気暴露試験とで行った。複合サイクル腐食試験は、各サンプルに対して、3.5%NaCl溶液を30分間噴霧した後、1時間乾燥し、1時間湿潤状態で放置し、これを1サイクルとして同様な手順で10サイクル繰り返して行った。大

気暴露試験は、JIS Z2381の規定に準じ、サンプルを臨海地域で3カ月間暴露した。

【0051】各種耐錆性試験を行った後のサンプルの発錆程度を、ステンレス鋼の表面さび発生程度評価のための標準写真(ステンレス協会技術委員会編)を用いてレーティング(S.A.R.N)評価を行った。

【0052】このS.A.R.Nは、発錆の程度を0～9まで

の10ランク評価するものであり、この数値は大きいほど耐錆性に優れている。特に、5以下では赤錆が発生するため、この発明では、S.A.R.N が6 以上の場合を耐錆性が良好であるとして評価した。

【0053】孔食電位の測定は、JIS G0577 に規定するステンレス鋼の孔食電位測定方法に準じ、サンプルを5%NaCl溶液中で測定した。これらの結果を表3に示す。尚、表3中の孔食電位の数値は、鋼No.1～6及び10～21が30℃のNaCl溶液中で測定を行ったときのものであり、鋼No.7～9が90℃のNaCl溶液中で測定を行ったときのものである。

【0054】表3の結果から、この発明に従う適合例1～13は、いずれも耐錆性及び加工性とも優れており、孔食電位の測定値も比較例に比べていずれの場合も貴であり、アノード溶解が起こりにくいことが分かった。一方、溶解特性値X及び複合系介在物の大きさのいずれか一方がこの発明の適正範囲外である比較例1～8は、いずれも満足な耐錆性が得られなかった。

【0055】

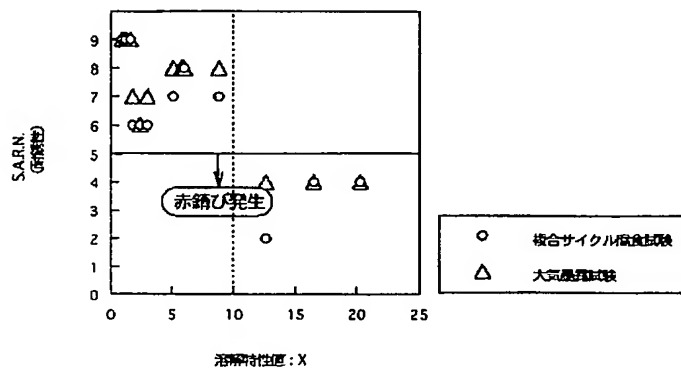
【発明の効果】この発明は、鋼中に不可避免的に混入する介在物の量を、耐錆性を向上させるためだけに低減する必要は特にないため、複雑な製造装置は必要とせず、製造条件等を各鋼ごとに設定変更する手間がなくなり、これによって、品質管理が容易になり、作業性の向上や製造コストの低減等が図れる。また、この発明は、鋼種によらず、全てのフェライト系ステンレス鋼に適用することができる。

【0056】この発明によって、フェライト系ステンレス鋼板表面において、美観特性を損なうようなさびはほとんど発生しないので、例えば、レンジフードやシンク等の厨房器具、屋内外に使用される建築部材、及び自動車の装飾部品などの用途で、特に厳しい美観特性が要求されるような場合にも使用することが可能となり、フェライト系ステンレス鋼板の用途範囲がさらに一層広汎になった。

【図面の簡単な説明】

【図1】溶解特性値Xと耐錆性との関係を示す図である。

【図1】



脱炭・脱硫生成物の溶解特性値Xと耐錆性との相関